PART3 地磁気の変化

目標 さまざまな時間スケールの地磁気の変化について，その原因に触れて説明できる。

Chapter1　地磁気の長周期変化

ここまでに，地球全体や日本列島における地磁気の要素の分布について学びました。このような分布は，地球の歴史を通してどのように変化してきたのでしょうか。

地磁気の逆転

・**残留磁気**

磁鉄鉱をはじめとする一部の鉱物は，外部から磁気を与えられると磁石になる性質をもつ。このような鉱物を**磁性鉱物**という。

マグマが固結して火成岩となるとき，磁性鉱物は冷却されたときの地磁気の向きに磁化される。これによって火成岩に記録される磁気を**熱残留磁気**という。

また，磁性鉱物が砕屑物として水中を沈降して堆積するとき，地磁気の向きに並ぶことがある。これによって堆積岩に記録される磁気を**堆積残留磁気**という。

これらの残留磁気をくらべると，（熱残留磁気 / 堆積残留磁気）の方が大きい。

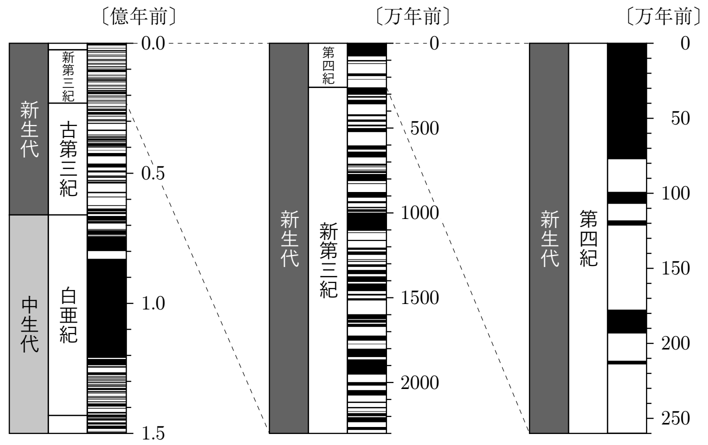
・**地磁気の逆転**

残留磁気の研究から，過去には地磁気が現在とは逆を向いている時期があったことが知られている。平均的な逆転の周期は数十万年だが，一定ではない。

次のページの図において，黒い部分は地磁気が現在と同じ向き，白い部分は地磁気が現在と逆の向きであったことを表している。

知っておこう

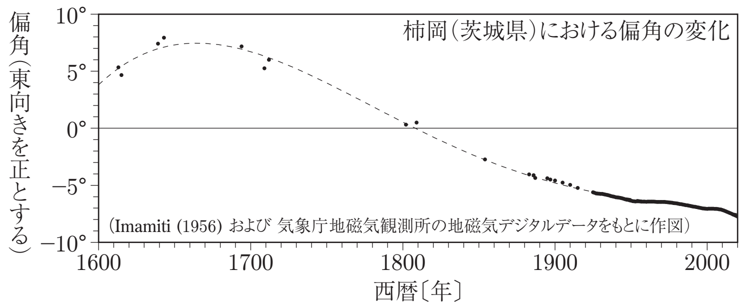
過去に地磁気の逆転が起こっていたとする考え方は，松山基範によって 1929 年に発表されました。彼は兵庫県や京都府，朝鮮半島，満州で採取された第四紀の玄武岩について，残留磁気を測定しました。そして，新しい玄武岩の残留磁気は現在と同じ向きであり，古いものは現在と逆向きであることから，第四紀に地磁気の逆転が起こったと考えたのです。



地磁気の永年変化とダイナモ理論

・永年変化

地磁気は，逆転をしない時期でも，数百年～数千年程度の時間スケールで変化している。これを地磁気の**永年変化**という。



・ダイナモ理論

地球の内部は高温であり，鉄や磁性鉱物があっても永久磁石になることができない。地磁気は，液体の鉄が外核を流動することで安定的に存在していると考えられている。この考え方を**ダイナモ理論**という。地磁気の逆転や永年変化といった長い時間スケールの現象は，この外核における流動によるものである。

まとめ

- 平均数十万年のスケールで，地磁気は逆転をくり返している。
- 数百年～数千年程度の時間スケールでの地磁気の変化を地磁気の＿＿＿＿＿＿という。この変化や地磁気の逆転は，外核における液体の鉄の流動によって生じる。

Chapter2　地磁気の短周期変化

地磁気は，数時間～数十年という短い時間スケールでも変動しています。このような変化は,何によって引き起こされるのでしょうか。

地球磁気圏

・太陽風

太陽の大気では，水素などの原子が高温により陽子や電子などの電気を帯びた粒子に分かれた状態になっている。このような状態をプラズマといい，太陽はプラズマを宇宙空間に放出している。このプラズマの流れを**太陽風**という。太陽風は秒速（数百 km / 30 万 km）で宇宙空間を進み，地球軌道にも到達する。

知っておこう

太陽は水素を主成分とする巨大なガス球であり，上空にはコロナと呼ばれる希薄な大気をもちます。

なお，太陽の構造や活動については天文分野で詳しく扱います。

・地球磁気圏

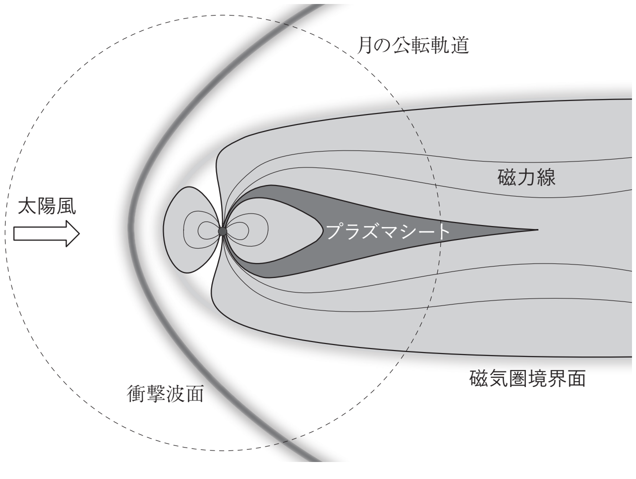
地球の磁場が太陽風によって閉じ込められた領域を**地球磁気圏**といい，太陽風との境界を**磁気圏境界面**という。地球磁気圏は，昼側〔太陽に近い側〕で地球半径の十倍程度，夜側〔太陽と反対側〕では地球半径の数百倍程度の範囲まで広がっている。

夜側にはプラズマの層が形成され，これを**プラズマシート**という。太陽風が強まると，プラズマシートの荷電粒子が磁力線に沿って地球の高緯度地域の上空に流れ込んで**オーロラ**という発光現象が発生することがある。

覚えておこう

太陽風は高いエネルギーをもったプラズマの流れなので，地球表面に降り注いだとすると生物に大きな影響を与えます。

地球磁気圏には，太陽風から地球表面の生物を守るはたらきがあるといえるのです。



地磁気の短周期変化

・地磁気の短周期変化とその原因

地磁気の短周期変化は，さまざまな要因によって地球磁気圏に生じる変化が原因となっている。

およその周期	おもな要因
11 年	太陽活動の周期的な変動
1 年	地球の（公転 / 自転）
1 か月	太陽の自転
1 日	地球の（公転 / 自転）

・地磁気の突発的な変化

太陽表面で爆発現象が起こると，太陽風の速度やプラズマの密度が大きくなる。このときに生じる地球磁気圏の突発的な変化を**磁気嵐**(あらし)という。大規模な磁気嵐では，数時間以内のうちに全磁力が最大で（1% / 10%）程度変化することがある。

まとめ

- 数時間～数十年程度の短い時間スケールでの地磁気の変化は，さまざまな要因により＿＿＿＿＿＿に生じる変化が原因となっている。
- 太陽から放出されるプラズマの流れである＿＿＿＿が強まると，地球の高緯度では発光現象である＿＿＿＿が発生することがある。

Chapter3　演習問題

ここでは，地磁気の変化についての文章を読み，地磁気の変化についての理解を深めましょう。

問題⑴　地磁気の逆転に関連して述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。

地磁気の逆転は，さまざまな地点での分析結果をもとにして詳しい年表が作成されている。それによると，地磁気の逆転が起こった年代のいくつかは，地質時代の境界に近い。

たとえば，260 万年前には地磁気の向きが現在と同じ向きから現在と逆向きへと変化したと考えられている。この年代は，（三畳紀 ／ 第四紀）の始まりである 258 万年前に近い。また，77 万年前には地磁気の向きが現在と逆向きから現在と同じ向きへと変化したと考えられている。この年代は，（チバニアン ／ 完新世）と呼ばれている地質時代の始まりと一致する。

ここで，地質時代の境界の多くは生息する生物種の変化に基づいて定められている。よって，地磁気の逆転の年代が地質時代の境界と近いことからは，地磁気の逆転が生物種の変化と関係している可能性があるといえる。

問題(2)　磁気嵐に関連して述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選びましょう。

　磁気嵐は，太陽表面で爆発現象が起こったときに太陽からの（電磁波 / プラズマ）の流れが強まり，地球磁気圏に生じる突発的な変化である。

　電磁波は秒速（数百 km / 30 万 km），プラズマは秒速（数百 km / 30 万 km）で太陽から地球へと到達する。そのため，太陽から地球までの 1 億 5000 万 km を進むためにかかる時間を考えると，電磁波は（約 8 分 / 数日），プラズマは（約 8 分 / 数日）である。

　よって，太陽表面における爆発現象が電磁波により観測されたとき，磁気嵐は（すでに発生している / まだ発生していない）といえる。

第 4 講　PART3　確認問題

次の文章を読み，下の問いに答えよ。

問 1　地磁気は，a外核にある液体の鉄が流動することにより生み出されており，この流動の何らかの変化が原因で，地磁気の永年変化や逆転が生じていると考えられている。

地磁気の逆転は，火成岩や堆積岩の中に記録された地磁気を調べることによって知ることができる。このような岩石の中に記録された地磁気のことを（　ア　）という。

(1)　下線部 a について，地磁気の原因に関するこの理論の名称として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① ダイナモ理論　　② コロナ
③ ジオイド　　④ アイソスタシー

(2)　空欄アに当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 全磁力　　② 磁気異常
③ 残留磁気　　④ 磁極

問２　地磁気の影響で地球のまわりには磁場が発生しているが，b太陽から流れ出してくる荷電粒子の流れによって閉じ込められており，（　イ　）を形成している。太陽の表面で爆発現象であるフレアが発生すると，c地磁気が急激に変化するなど様々な現象が発生することがある。このような地磁気の変化は，地球の磁場が安定しているときには，短い周期で規則的な変化をしておりd短周期変化とよばれる。

(1)　下線部ｂについて，太陽から流れ出してくる荷電粒子の流れの名称として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　ダイナモ　　②　コロナ
③　オーロラ　　④　太陽風

(2)　空欄イに当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　地球磁気圏　　②　プラズマシート
③　磁気圏境界面　　④　衝撃波面

(3)　下線部ｃについて，地磁気が急激に変化する現象を何とよぶか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　オーロラ　　②　エルニーニョ現象
③　磁気嵐　　④　地磁気の逆転

(4)　下線部ｄについて，短周期変化のおもな要因として誤っているものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

①　地球の自転　　②　地球の公転
③　太陽の自転　　④　月の公転

第 4 講　地磁気

PART1　地磁気の三要素

問題(1)　D：偏角　I：伏角　H：水平分力　F：全磁力　Z：鉛直分力

問題(2)　F：47000 nT　Z：36000 nT

問題(3)　I：60°　Z：44000 nT

問題(4)　2 つ，D

PART2　地磁気の分布

問題(1)　大きい，西，10°，東，5°，
真北をはさんで東西に広がっている，北より東側にある

問題(2)　大きい，45°，60°，0.7

PART3　地磁気の変化

問題(1)　第四紀，チバニアン

問題(2)　プラズマ，30 万 km，数百 km，約 8 分，数日，まだ発生していない

第 4 講　PART3　確認問題　解答

問 1

(1)　①

解説：
地磁気は，外核にある液体の鉄が流動することにより安定的に存在しているとする考え方をダイナモ理論という。

(2)　③

解説：
マグマが冷え固まるときに火成岩に記録される磁気を熱残留磁気，砕屑物が堆積するときに堆積岩に記録される磁気を堆積残留磁気という。

問 2

(1)　④

解説：
太陽風はコロナから流れ出してくるもので，主に陽子や電子といった荷電粒子（プラズマ）の流れである。

(2)　①

解説：
太陽風と地球磁気圏の境界を磁気圏境界面といい，この外側に衝撃波面，地球磁気圏の夜側にはプラズマの層（プラズマシート）が形成される。

(3)　③

解説：
太陽フレアにともなって，地磁気が急激に変化する磁気嵐が発生することがある。

⑷　④

解説：

地磁気の短周期変化には, 1 日, 1 か月, 1 年, 11 年といったものがあり，それぞれ地球の自転，太陽の自転，地球の公転，太陽活動が原因となっている。